

*Como os especialistas conseguiram
salvar o famoso monumento de Pisa*

A torre inclinada se apruma

Por RICHARD COVINGTON

NÃO HÁ SEQUER um sopro de vento no suave ar da primavera na Toscana. Então, por que cambaleio perigosamente como um marinheiro lançado à tempestade com uma perna de pau muito curta?

Aqui em cima, na cúpula da Torre Inclinada de Pisa, os arquitetos do século 14, diabolicamente espertos, tentaram compensar o declive inserindo mais degraus no lado sul, para o qual a torre se inclinava.



Agarro-me aos corrimãos, como se disso dependesse minha vida, enquanto transponho estes degraus intrusos, pendendo o corpo para o interior da torre, a fim de contrabalançar o assustador declive ao sul.

– Você já se acostumou à inclinação? – pergunto.

– Não, nunca me acostumei – responde Paolo Heiniger, gerente de projeto da equipe de engenharia que está me guiando numa visita, antes da reabertura da torre em junho de 2001.

Heiniger é um companheiro paciente. Afinal, ele e seus colegas levaram 11 anos para mover a torre apenas alguns centímetros. Quando começaram, a estrutura estava à beira do colapso; na realidade, a imagem no computador indicava que a torre não deveria mais estar em pé.

Hoje, os peritos dizem que deve se manter firme por, pelo menos, mais 300 anos. No entanto, foi necessária mais de uma década de deliberações contenciosas, no mínimo um quase-desastre, um interminável atraso burocrático, recorrentes surtos de críticas e despesas que superam 35 milhões de euros.

A CONSTRUÇÃO original da torre do sino começou no dia 9 de agosto de

1173, quando Pisa se encontrava entre as cidades mais poderosas da Itália, um império marítimo com colônias comerciais que se estendiam pelo Mediterrâneo, de Maiorca a Constantinopla. Os ricos comerciantes da cidade estavam construindo a Piazza dei Miracoli, um colossal conjunto da arquitetura românica. Inadvertidamente, porém, os arquitetos

fixaram a torre em um terreno de aluvião, talvez um leito de rio soterrado, e desde o início da construção os primeiros pavimentos se inclinaram para o norte. Então, os edificadores fizeram as colunas e os arcos do norte mais altos do que os do sul.

Por sorte, o trabalho parou em 1178, no quarto pavimento. Se a torre tivesse subido mais, teria desmoronado. Ainda assim, os construtores não estavam dispostos a demolir e recomeçar. Isso

significaria admitir a derrota.

Quase 100 anos depois, em 1272, a construção foi retomada. O solo embaixo da torre sofrera uma compressão e a estrutura inacabada agora se inclinava para o sul, onde a terra era mais macia. Dessa vez, as colunas, os arcos e as pedras foram moldados com uma altura maior no lado sul.

Quando os trabalhadores completaram o sétimo pavimento, em 1278,



Humor fotográfico –
A torre é sempre usada em montagens.

Escorando a torre inclinada de Pisa

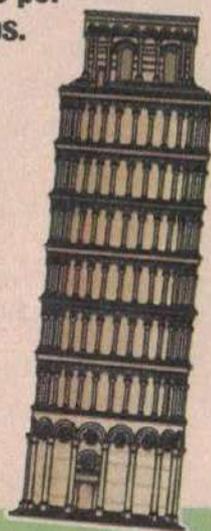
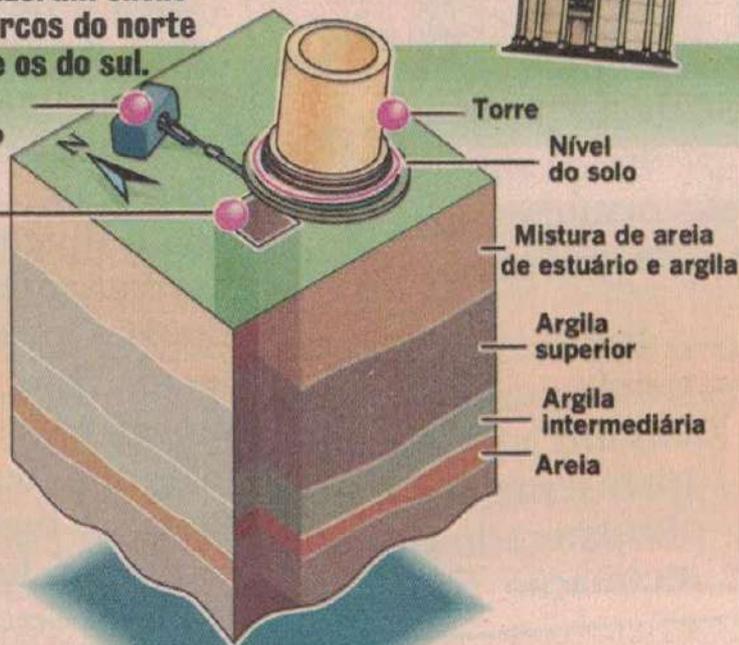
A estabilização da famosa torre foi concluída. Ela ainda está inclinada, mas deve se manter firme por mais 300 anos.

Pesos de chumbo de 660 toneladas foram empilhados no lado norte da torre como medida de estabilização.

A inclinação começou em 1173. Os edificadores fizeram então as colunas e os arcos do norte mais altos do que os do sul.

Toneladas de terra foram removidas debaixo da extremidade mais alta da torre, fazendo com que o lado sul se inclinasse para o norte.

Equipamento de perfuração



em 1838, uma passagem soterrada foi escavada ao redor da base da torre. Infelizmente, o trabalho nessa passagem causou uma abrupta inclinação de 45 centímetros no topo, agravando o declive em quase 5,5 graus.

Quase 100 anos depois, na era de Mussolini, engenheiros derramaram 80 toneladas de concreto nas fundações para consolidá-las. A torre se deslocou ainda mais para o sul.

QUANDO um grupo de peritos foi designado em março de 1990, os italianos pareciam mais determinados do que

a construção parou mais uma vez. Por volta de 1360, outra safra de construtores começou a acrescentar o campanário, inclinando-o em direção ao norte e criando dois degraus extras no lado sul para compensar o pendor, que se agravava.

Nos cinco séculos seguintes, o edifício de 14.500 toneladas tombou ainda mais para o sul. Sua inclinação aumentou de 1,6 para 5 graus, enquanto a torre afundava 3 metros no chão, enterrando a maior parte da elegante arcada da fundação. Então,

nunca a evitar uma catástrofe iminente. Antes, houvera 16 comitês consultivos paralisados em razão da luta entre ministérios rivais. O comitê número 17, composto de 14 peritos do mundo inteiro, reportava-se diretamente ao primeiro-ministro.

No princípio, os peritos decidiram aprumar a torre apenas o suficiente para que ela não tombasse. "Os edificadores originais construíram a torre em resposta direta aos movimentos do subsolo, por isso nós quisemos respeitar essa interação",

explica Salvatore Settis, importante pedagogo italiano e um dos membros do comitê.

No início da década de 1990, John Burland, professor de mecânica do solo da Faculdade Imperial de Ciência, Tecnologia e Medicina de Londres, propôs empilhar 660 toneladas de pesos de chumbo no lado norte da torre, como medida de estabilização temporária. "Quando tentamos adicionar os lingotes de chumbo na imagem do computador, a torre caiu", conta Burland.

Durante nove longos meses, ele e seus estudantes continuaram brincando com o obstinado modelo e, por fim, uma simulação no computador teve êxito. Os pesos foram colocados em julho de 1993. Embora eles tivessem cessado a inclinação para o sul e trazido perceptivelmente a estrutura de volta para o norte, o comitê foi criticado por criar algo de aspecto monstruoso.

Procurando uma alternativa menos ostensiva, o comitê autorizou um plano complexo, em 1995, para instalar um anel de concreto ao redor da base da torre, prender dez cabos ao anel e ancorá-los 45 metros em areia compactada. Mas, ao talhar a passarela de concreto, os engenhei-

ros inadvertidamente cortaram tubos de aço conectados à torre. Instalados na época de Mussolini, os tubos tinham sido esquecidos.

Isso foi demais para a torre, que agora tombava para o sul a uma velocidade sem precedentes. "Numa noite, a torre se moveu o mesmo que costuma se mover em um ano", diz Burland.

Tomaram a decisão precipitada de adicionar mais 300 toneladas de lingotes aproximadamente, a fim de cessar a inclinação acelerada. Em vez de remover todos os pesos, mais um terço estava agora no lugar. Depois do que foi logo batizado como Setembro Negro, a solução do cabo foi abandonada.

Sobre Pisa

- A torre tem cerca de 56 m de altura e inclinação de 4,5 m no topo
- Diz a lenda que Galileu atirou balas de canhão do alto da torre ao formular a teoria da gravidade
- Em dias quentes o aquecimento em um lado da torre é maior, aumentando sua inclinação

DEPOIS DE vários outros esquemas serem explorados, a extração do solo emergiu como a principal opção. Essencialmente, isso implicava remover toneladas de terra debaixo da extremidade mais alta da torre e persuadir, bem devagar, o lado sul a pender para o norte.

As perfurações começaram em fevereiro de 1999. "A torre tem tantas surpresas, e houve tantos quase-de-

A torre inclinada se apruma

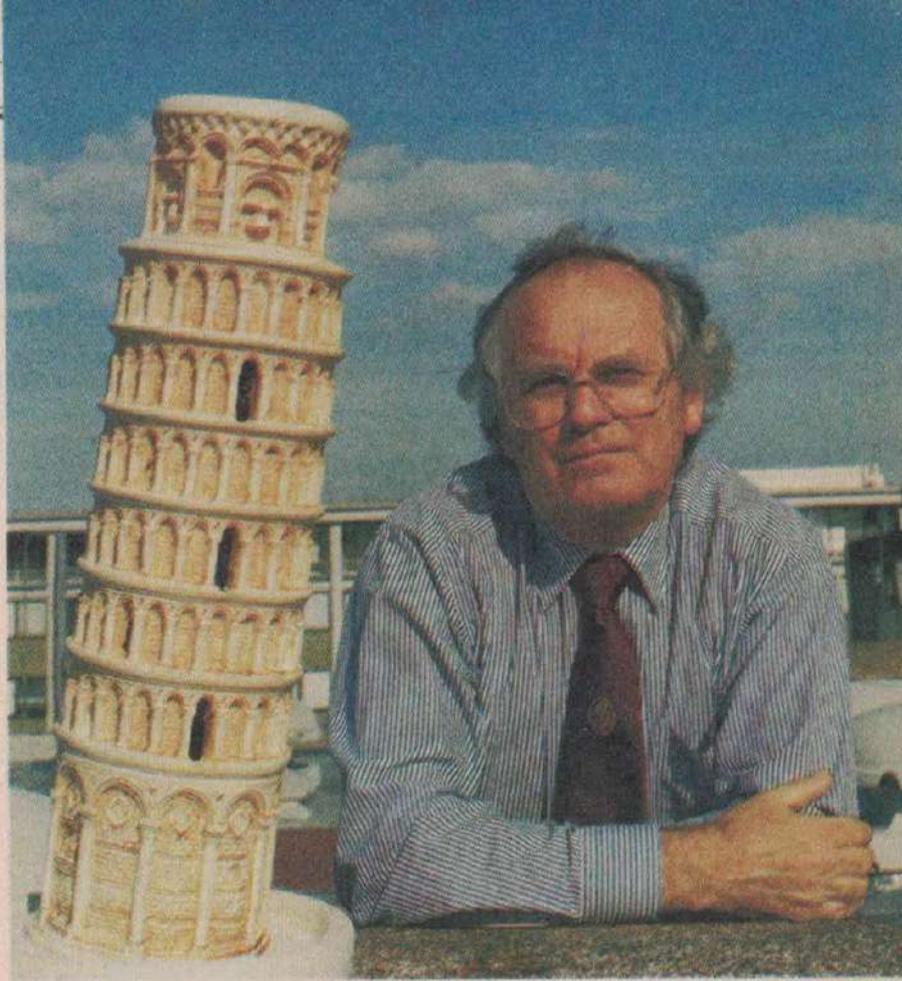
sastres, que a tensão era enorme”, conta Burland. “Nós assistíamos ao delicado trabalho, minuto a minuto, para ter certeza de que ela estava se movendo da maneira que havíamos previsto.”

Não estava. Houve um momento de ansiedade quando a torre de repente começou a se desviar para o sul outra vez. “Pensei que estivesse tudo acabado”, confessa Burland. “Eu já tinha virtualmente escrito minha carta de demissão.”

Enquanto isso, ele pressionava Heiniger e os outros envolvidos na obra a informarem cada detalhe do comportamento da torre e também as condições do tempo. “Descobrimos que havia um vento forte chegando dos Alpes”, conta Burland. “Senti um imenso alívio, porque sabia que a torre sempre respondia mal a mudanças rápidas de temperatura. Quando o vento parou, a temperatura subiu e a torre voltou a se mover para o norte.”

Posteriormente, a técnica de extração funcionou muitíssimo bem. Enquanto Heiniger e seus colegas engenheiros retiravam a terra com cuidado, tornavam-se mais competentes em estimar a reação da torre. A última extração aconteceu em junho de 2001. A extremidade sul do topo da torre ainda se inclina mais de 5 metros para fora da base, mas isso representa cerca de 60 centímetros menos do que em 1990.

Agora os feios lingotes não existem



Perdendo o prumo – O especialista britânico John Burland temia o pior.

mais, os pesados equipamentos de aço pendentes são armazenados a certa distância, para quem sabe uma eventualidade, e os visitantes têm mais uma vez a chance de andar numa montanha-russa imóvel, enquanto sobem e descem a difícil torre.

Os SÁBIOS podem discutir para sempre a razão pela qual a torre não cai, mas nós sabemos por quê. Se esta obra-prima da arrogância em pedra pode desafiar a gravidade e subverter as leis da física, então ainda há esperança para a loucura, o romance e todos os outros enigmas sobre os quais não existe explicação óbvia. É isso que atrai milhões de visitantes por ano – a convocação para testemunhar um persistente milagre. ■